



Міністерство освіти і науки України

Державний біотехнологічний університет

Факультет мехатроніки та інжинірингу

**Кафедра сервісної інженерії та технології матеріалів
в машинобудуванні імені О.І.Сідашенка**

**«ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ АЛМАЗНЕ ЗАГОСТРЕННЯ
ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ»**

Методичні вказівки

**до виконання практичних робіт
з дисципліни “Технології галузі”**

**для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти
денної та заочної форм навчання
інженерних спеціальностей**

Затверджено
на засіданні Науково-методичної ради
ФМІ ДБТУ
Протокол №5 від 29.11.2023р

**Харків
2023**

Електронне мережне навчальне видання

Схвалено на засіданні кафедри
сервісної інженерії та технології матеріалів
в машинобудуванні імені О.І.Сідашенка
Протокол № 5_ від 23.11. 2023 р.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ АЛМАЗНЕ ЗАГОСТРЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ: [Електронний ресурс] методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Технології галузі» для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання інженерних спеціальностей Державного біотехнологічного університету; укладачі:, О. Д Мартиненко, С. В. Лисенко. Електронні текстові дані (1 файл: 0,50 Мбайт). – Харків, ДБТУ [б. в.], 2023.-12с.

До методичних вказівок практичного заняття на тему «**ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ АЛМАЗНЕ ЗАГОСТРЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ**» з дисципліни «Технології галузі» для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» включено теоретичну і практичну частини та вимоги до її виконання, правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії кафедри СІ ТММБ, запитання для самоконтролю, а також рекомендовану літературу.

Видання призначене студентам другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання інженерних спеціальностей.

Рецензенти:

Козаченко О.В. - доктор технічних наук, професор кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва ДБТУ

Сорокін С.П. - кандидат технічних наук, доцент кафедри тракторів і автомобілів, ДБТУ

Відповідальні за випуск:

С. В. Лисенко,
О.Д. Мартиненко.

© Лисенко С.В., Мартиненко О.Д. 2023
©ДБТУ, 2023

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

ТЕМА: ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ АЛМАЗНЕ ЗАГОСТРЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ

1. Мета роботи

Засвоїти методику процесу електрохімічного алмазного загострення твердосплавних різців.

Вивчити конструктивні особливості верстатів для електрохімічного алмазного загострення різців.

2. Оснащення робочого місця. Обладнання, прилади, інструменти, матеріали.

- Верстат для електрохімічного алмазного загострення різців моделі 3622Е.

- Технологічне оснащення для встановлення та закріплення різців на верстаті.

- Алмазний круг 2724-0041 ГОСТ 16172-80Е (12А2 150х20х3х32 АС4 16 М5 4 108).

- Склад електроліту: нітрат натрію NaNO_3 – 5 %, нітрит натрію NaNO_2 – 0,3 %, сода Na_2CO_3 – 0,5 %, гліцерин – 1 %, решта – вода.

3. Час виконання роботи

Самостійна підготовка 2 години.

Робота в лабораторії – 2 години.

4. Основні теоретичні відомості.

З давніх часів алмаз відомий як один із найкрасивіших і найдорожчих мінералів. Високі значення твердості та оптичні властивості ставлять його поза конкуренцією серед інших ювелірних каменів. Проте цінність алмазу як технічного матеріалу незрівнянно вища. Широке поширення в промисловості алмаз набув, насамперед, через свою твердість. Це зумовило його застосування в буровій техніці, в каменеобробці, у лезовому та абразивному інструментах для обробки високотвердих та інших матеріалів.

В залежності від фізико-хімічних властивостей знімання металу всі різновиди електрохімічної обробки умовно об'єднані в дві групи.

До першої групи відносять види ЕХО, при виконанні яких припуск з заготовки видаляється тільки в процесі електрохімічного розчинення: відрізка,

об'ємне копіювання, точіння, прошивання, калібрування, видалення заусениць, маркування, полірування.

До другої групи відносяться різновиди ЕХО, при реалізації яких поряд з електрохімічним розчиненням відбувається одночасне видалення припуску через механічний або електротермічний вплив: анодно-механічна обробка; електрохімічне шліфування, загострення, доводка, суперфінішування, абразивне полірування, рідинно - абразивна обробка; електроерозійно-хімічна і електрохімічна ультразвукова обробка.

Електрохімічна обробка виконується в стаціонарному або в проточному електроліті. В якості електролітів використовують водні розчини солі, кислоти та лужні розчини.

Електрохімічне алмазне загострення інструменту являє собою комбінований спосіб обробки, при якому знімання матеріалу здійснюється шляхом електрохімічного (анодного) розчинення, мікрорізання та видалення оксидних плівок алмазними зернами та електричною ерозією.

Електрохімічний, механічний та електроерозійний процеси знімання матеріалу протікають одночасно, складові процесу є взаємопов'язаними і суттєво впливають одна на іншу.

При електрохімічному алмазному загостренні різальним інструментом слугує алмазний круг на електропровідній зв'язці. Робочий зазор між зв'язкою круга та оброблюваною поверхнею підтримується за допомогою алмазних зерен, які виступають зі зв'язки на певну висоту. У якості електролітів застосовуються водні слабкоконцентровані розчини солей натрію, калію і деяких інших металів з додаванням речовин, що перешкоджають розвиткові корозії та кристалізації солей.

Алмазний круг 1 (рис. 1) встановлюють на шпинделі 2, електрично ізольованому від інших елементів верстата діелектричною втулкою 3. Через ковзаючий контакт 4 алмазний круг підключають до негативного полюса (катод) джерела постійного струму 5, а загострюваний інструмент 6 – до позитивного (анод). До зони обробки по патрубку 7 подається електроліт, який заповнює зазор між зв'язкою та оброблюваною поверхнею, утворений виступаючими зі зв'язки алмазними зернами. Кругу надається обертання, осцилююче зворотнопоступальне переміщення паралельно до оброблюваної поверхні (рух поздовжньої подачі) та переміщення у напрямку, перпендикулярному до неї (рух поперечної подачі).

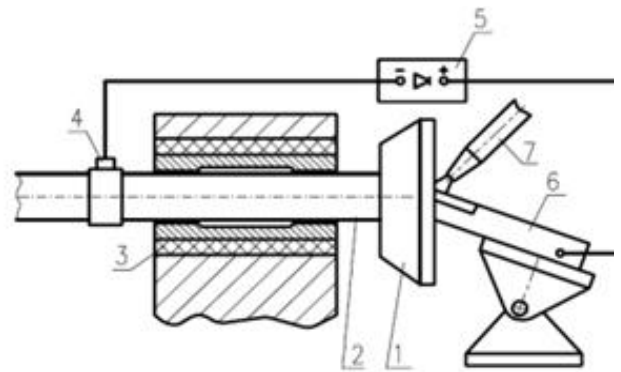


Рис.1. – Принципова схема процесу електрохімічного алмазного загострення різців.

1-алмазний круг; 2-шпиндель верстата; 3-діелектрична втулка; 4-ковзаючий контакт; 5-джерело постійного струму; 6-загострюваний інструмент; 7-патрубок для подачі електроліту.

Обробка може здійснюватися за схемами глибинного та врізного шліфування. При глибинному шліфуванні весь припуск знімається за один хід. При врізному шліфуванні припуск знімається за кілька ходів, а круг або оброблювана деталь отримують безперервний рух у напрямку, перпендикулярному до оброблюваної поверхні.

Алмазні зерна втискаються у оброблюваний матеріал на величину, яка визначається тиском притискання круга до деталі. Глибина втискання зерен зазвичай перевищує товщину оксидних плівок, тому поряд з видаленням продуктів анодного розчинення зернами круга здійснюється зрізання шарів металу, лише частково підданих анодному розчиненню.

Витрати енергії на знімання оброблюваного матеріалу є помітно меншими, ніж при алмазному шліфуванні, що зумовлено не тільки дією анодного розчинення, але й послабленням зв'язку між зернами карбідів внаслідок більш швидкого розчинення зв'язки. У результаті знижується температура у зоні різання та зменшується знос круга.

Електроерозійні процеси, про наявність яких свідчать іскрові розряди, виникають внаслідок пробиття міжелектродного проміжку у місцях найбільшого зближення та зіткнення мікронерівностей зв'язки круга та поверхні оброблюваної деталі. Перебіг електроерозійних процесів покращує різальні властивості загостреного круга, оскільки внаслідок дії іскрових розрядів вигорає стружка, що залишилася на поверхні круга, рельєф його поверхні стає більш шорстким, алмазні зерна оголюються та виступають зі зв'язки на більшу висоту. Однак надмірне збільшення інтенсивності ерозійних процесів призводить до збільшення зносу круга та погіршення якості загостреної поверхні.

Інтенсивність ерозії залежить в основному від напруги джерела струму. Для попередження надмірного розвитку ерозії робоча напруга не повинна перевищувати 7В. Мінімальна напруга, необхідна для перебігу анодного розчинення – 3В. Напругу слід зменшувати при спільній обробці твердого сплаву та сталі (підвищується ймовірність замикання електродів сталевую стружкою). Напругу джерела струму підвищують при збільшенні зернистості круга, оскільки при цьому збільшується міжелектродний проміжок та зменшується ймовірність його пробоя.

Керувати процесом обробки можна зміною щільності струму – при вірно підібраній нарузі щільність струму не має перевищувати 50...80 А/см².

Процес електрохімічного алмазного загострення має низку технологічних переваг у порівнянні з алмазним шліфуванням:

1. Висока швидкість зрізання оброблюваного матеріалу, що досягає 600...800 мм³ /хв; підвищення продуктивності обробки становить 2...6 разів (і навіть 10...50 разів, в залежності від оброблюваного матеріалу).

2. Можливість одночасної та почергової обробки різнорідних матеріалів без зміни шліфувального інструменту (*наприклад, можливість одночасної обробки твердосплавної різальної пластини та сталевого тримача різця*).

3. Висока якість обробленої поверхні. Покращення якості забезпечується зниженням висоти мікронерівностей, утворенням ізотропного рельєфу, усуненням мікротріщин, викришувань, фазових змін поверхневого шару, формуванням поверхневого шару без залишкових напружень або зі сприятливими напруженнями. Висока якість обробленої поверхні забезпечує збільшення стійкості інструменту до 2...3 разів.

4. Тривале збереження кругом високих різальних властивостей, скорочення або повне виключення процесу правлення кругів.

5. Поєднання операцій загострення та доведення.

Переваги електрохімічного алмазного загострення найповніше виявляються при обробці великих площ, тривалій роботі круга та несприятливих граничних умовах (схильності до адгезії з оброблюваним матеріалом, значній пластичності або крихкості оброблюваного матеріалу).

До негативних факторів, що супроводжують електрохімічне алмазне загострення інструменту, належать:

1. Ускладнення конструкції та обслуговування верстата.

2. Негативний вплив електролітів на обладнання.

3. Після електрохімічного алмазного загострення шорсткість поверхні, величина радіуса округлення різальних кромки, неплосцинність, зазвичай вищі, ніж після алмазного загострення.

Крім того, поверхневий шар товщиною 10.. 20 мкм має розтравлену структуру. Тому цей шар слід видаляти виходжуванням з вимкненим струмом. Після 3...4 ходів знімається дефектний шар оброблюваного матеріалу, а параметр шорсткості дорівнює $Ra = 0,4$ мкм.

Верстат моделі 3622Е (рис.2) призначений для загострення різців з невеликими перетинами тримача. Загострення здійснюється з закріпленням різця у затискному пристосуванні, встановленому на нахиленому столі верстата. На верстаті можна виконувати загострення та доведення різців за головною та допоміжними задніми поверхнями і загострення різців з головними кутами у плані 30, 45 та 60°.

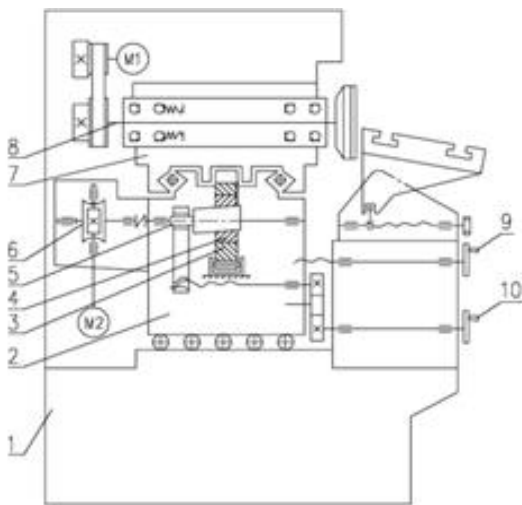


Рис.2. –Верстат моделі 3622Е

1-станина; 2- каретка; 3-куліса; 4- кільце проміжне; 5-кулачок; 6 редуктор черв'ячний; 7-шліфувальна бабка; 8-шпindel; 9,10-маховичок.

Рухи поздовжньої та поперечної подачі надаються шліфувальній бабці. Напрямні поздовжнього переміщення шліфувальної бабки 7 закріплені на каретці 2, що переміщується за напрямними станини 1 у напрямку поперечної подачі за допомогою маховика 9. Осциляція (поздовжня подача) шліфувальної бабки здійснюється від окремого електродвигуна М2 за допомогою черв'ячного редуктора 6 та кулачкового механізму, що складається з кулачка 5 зі змінним за довжиною ексцентриситетом та куліси 3, з'єднаної через проміжне кільце 4 з кулачком 5. Куліса шарнірно з'єднана одним кінцем з кареткою, а іншим – зі шліфувальною бабкою. Кулачок 5, обертаючись у отворі втулки, надає кулісі 3 гойдальний рух щодо осі, закріпленої у каретці. Вилкоподібний паз, прорізаний у кулісі, взаємодіючи з шарніром, закріпленим у корпусі шліфувальної бабки, передає їй зворотнопоступальне переміщення. Зміну величини осциляції здійснюють, переміщуючи кулачок 5 у осьовому напрямку маховиком 10,

закріпленим зліва на передній стінці, при цьому змінюється величина ексцентриситету кулачка у місці його контакту з кулісою.

Шліфувальний шпindel 8 отримує обертання від електродвигуна МІ, встановленого на шліфувальній бабці, через плоскопасову передачу. У верстаті застосовується джерело живлення ВАКР 100/6, що складається зі знижуючого трансформатора, напівпровідникового випрямляча, ланцюгів стабілізації умов обробки, регулювання параметрів та захисту. Конструктивно джерело живлення являє собою стійку блочної конструкції. Верстат оснащується автономною системою подачі, відведення та очищення електроліту. Система складається з бака-відстійника, насоса та трубопроводів з механізмами регулювання гідравлічних показників. Шліфувальний круг та стіл зі встановленим на ньому пристосуванням, закриті звареним кожухом з прозорим оглядовим вікном.

Стисла технічна характеристика верстата моделі 3622Е

Найбільша висота тримача загострюваного різця	32 мм
Діаметр шліфувального круга	150 мм
Розмір робочої поверхні столу	бб...400x220 мм
Частота обертання шліфувального круга	2540 хв ¹
Потужність електродвигуна приводу шліфувального шпинделя	0,8 кВт
Швидкість поздовжньої подачі	50 2 х/хв
Витрата електроліту	6,7·10 ⁻⁷ ... 10 ⁻⁶ м ³ /с
Характеристики джерела технологічного струму:	
напруга	6 В
струм.....	100 А
Номинальна потужність	5 кВт

5. Послідовність та порядок виконання роботи

1. Вивчити фізико-хімічні основи процесу електрохімічного алмазного загострення твердосплавних різців, зобразити його принципову схему.

2. Вивчити кінематичну схему верстата моделі 3622Е, конструктивні особливості та призначення його складових частин.

3. Вивчити області технологічного використання верстата, записати його стислу технічну характеристику.

4. Вивчити порядок роботи на верстаті та параметри керування процесом.

5. Визначити технологічні режими для конкретного прикладу обробки; провести обробку.

5. Визначити за допомогою вагового методу продуктивність обробки при різних режимах процесу.

6. Зміст звіту

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Обладнання, інструменти, прилади, матеріали.
4. Принципова схема процесу електрохімічного алмазного загострення різців.
5. Кінематична схема верстата моделі 3622Е.
6. Стислий опис конструктивних особливостей та призначення складових частин верстата.
7. Призначення та стисла технічна характеристика верстата.
8. Технологічний процес виконання конкретної операції на верстаті моделі 3622Е із зазначенням технологічних режимів обробки.
9. Розрахунок продуктивності обробки з різними режимами.

7. Контрольні питання

1. У чому полягає фізико-хімічна сутність процесу електрохімічного алмазного загострення різців?
2. Перерахувати різновиди робіт, що виконуються на верстаті моделі 3622Е.
3. Перерахувати основні складові частини верстата, визначити їхні конструктивні особливості та призначення.
4. Визначити порядок роботи на верстаті.

Література

1. Високі технології в машинобудуванні : Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / уклад. : В. В. Калініченко. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 44 с.
2. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: Підручник / А.І. Грабченко, М.В. Везуб, Ю.М. Внуков, П.П. Мельничук, Г.М. Виговський / за ред. А.І. Грабченка. Житомир: ЖДТУ, 2011. 507 с.
3. Введение в нанотехнологии: текст лекций для студентов инженерных специальностей дневной и заочной форм обучения / А.И. Грабченко, Л.И. Пупань, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ. Харьков: НТУ «ХПИ», 2012. 272 с.
4. Внуков Ю.Н. и др. Нанесение покрытий на быстрорежущий инструмент. Киев: Техника, 1992.
5. Семко М.Ф., Грабченко А.И., Ходоревский М.С. Алмазное шлифование синтетических сверхтвердых материалов. Киев: Вища школа, 1980.
6. Рабочие процессы высоких технологий в машиностроении : Учеб. пособие / А. И. Грабченко и др. – Харьков : ХГПУ, 1999. – 436 с.
7. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов : Учеб. пособие (в 2-х томах). Т. 1 / Б. А. Артамонов и др. – М. : Высш. шк., 1983.
8. Коваленко, В. С. Технология и оборудование электрофизических и электрохимических методов обработки материалов / В. С. Коваленко. – К. : Высш. шк., 1983. – 176 с.
9. Гах, В. М. Высокие технологии в машиностроении. Лабораторный практикум : Учебное пособие для студентов специальностей 7.090203 и 7.090204 / В. М. Гах. – Краматорск : ДГМА, 2005. – 60 с.

Навчальне видання

**«ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ АЛМАЗНЕ ЗАГОСТРЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ
РІЗЦІВ»**

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
з дисципліни “Технології галузі”

Укладачі
МАРТИНЕНКО Олександр Дмитрович
ЛИСЕНКО Сергій Володимирович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. Арк .____.
Наклад ____ пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44